

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-164588
(43)Date of publication of application : 19.06.1998

(51)Int.CI. H04N 7/32

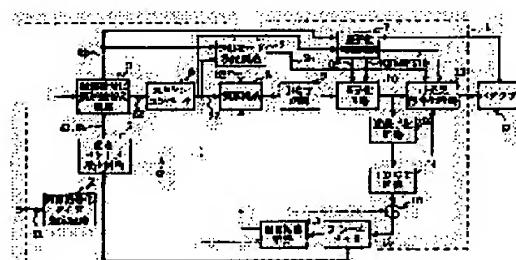
(21)Application number : 08-330441 (71)Applicant : SONY CORP
(22)Date of filing : 26.11.1996 (72)Inventor : KITAMURA TAKUYA

(54) VIDEO-SIGNAL ENCODING METHOD, VIDEO-SIGNAL ENCODER AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform quantization control, capable of facing a variable rate encoding system by calculating an average encoding data speed per second video unit for each first video unit and calculating a first parameter by using it.

SOLUTION: This video signal encoder 1 calculates the average encoding data speed per frame in a GOP for each GOP and calculates the first parameter (r) by using it. Thus, the first parameter (r) can be changed, corresponding to the average encoding speed in the respective GOPs. Also, the video signal encoder 1 uses an average quantization step, updated for each GOP with the average value of reference quantization steps Q for respective images in the GOP, one which precedes time-wise the GOP defined as a present encoding object as an initial value and calculates the filling degree of a virtual buffer as a third parameter used at the time of calculating a quantization step Q for each macro-block for each image type in the GOP.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(51)Int.Cl.
H 0 4 N 7/32

識別記号

F I
H 0 4 N 7/137

Z

(21)出願番号 特願平8-330441
 (22)出願日 平成8年(1996)11月26日

審査請求 未請求 請求項の数18 FD (全21頁)

(71)出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都品川区北品川6丁目7番35号
 (72)発明者 北村 卓也
 東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
 株式会社内
 (74)代理人 弁理士 田辺 恵基

(54)【発明の名称】 映像信号符号化方法、映像信号符号化装置及び記録媒体

(57)【要約】

【課題】従来、一般に使用されていたテストモデルと呼ばれる量子化制御法では、可変レート符号化方式に対応することができなかつた。

【解決手段】第1又は第2の映像単位毎の割当て符号量に基づいて、第1の映像単位における第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度 (*curr_br*) を算出し、単位時間当たりに伝送されてくる第2の映像単位に応じた画像のデータ量に対する平均符号化データ速度 (*curr_br*) の割合いで表される第1のパラメータ (*r*) を第1の映像単位毎に算出する。これにより、第1のパラメータ (*r*) を各第1の映像単位における平均符号化データ速度に応じて変化させることができる。かくして可変レート符号化方式に対応し得る量子化制御を行うことのできる映像信号符号化方法、映像信号符号化装置及び記録媒体を実現することができる。

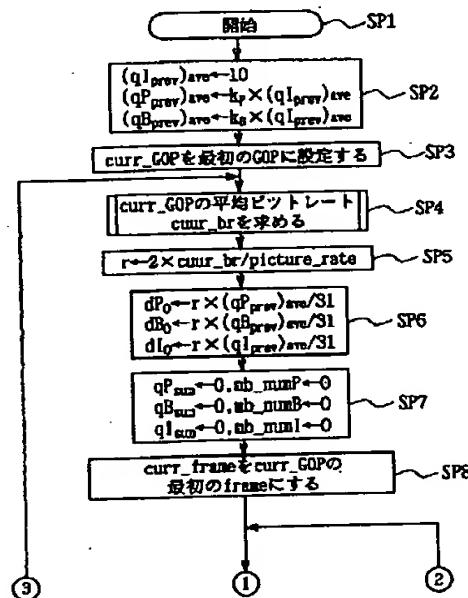


図3 量子化制御アルゴリズム(1)

【特許請求の範囲】

【請求項1】デジタル映像信号を固定の量子化ステップに基づいて符号化することにより発生した発生符号量に基づいて第1の映像単位又は第2の映像単位毎の割当て符号量を算出し、当該割当て符号量に応じて上記デジタル映像信号を符号化する映像信号符号化方法において、

上記第1の映像単位又は上記第2の映像単位毎の割当て符号量に基づいて、上記第1の映像単位における上記第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出する平均符号化データ速度算出ステップと、

単位時間当たりに伝送されてくる上記第2の映像単位に応じた画像のデータ量に対する上記平均符号化データ速度の割合で表される第1のパラメータを上記第1の映像単位毎に算出する第1のパラメータ算出ステップと、符号化対象としている第2の映像単位に対する割当て符号量と、当該第2の映像単位において現在までに符号化して実際に発生した発生符号量との差分を第3の映像単位毎に算出し、当該第3の映像単位毎の差分を、符号化対象としている第3の映像単位についての第1の量子化ステップを算出する際に反映させるための第2のパラメータを算出する第2のパラメータ算出ステップと、

上記第1のパラメータ及び上記第2のパラメータに基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についての上記第1の量子化ステップを算出する第1の量子化ステップ算出ステップとを特徴とする映像信号符号化方法。

【請求項2】上記第2のパラメータ算出ステップは、上記第1の映像単位より時間的に1つ前の第1の映像単位における各画像符号化タイプ毎の上記第1の量子化ステップの平均値及び上記第1のパラメータに基づいて算出した第3のパラメータを初期値として、上記第3のパラメータに、上記符号化対象としている第2の映像単位に対する割当て符号量と、当該第2の映像単位において現在までに符号化して実際に発生した発生符号量との上記第3の映像単位毎の上記差分を反映させたものを上記第2のパラメータとして算出することを特徴とする請求項1に記載の映像信号符号化方法。

【請求項3】上記第1の映像単位は、グループオブピクチャーズであり、

上記第2の映像単位は、フレーム画像であり、

上記第3の映像単位は、マクロブロックであることを特徴とする請求項1に記載の映像信号符号化方法。

【請求項4】上記第2の映像単位毎の割当て符号量は、上記デジタル映像信号を固定の量子化ステップに基づいて符号化することにより発生した発生符号量に基づいて上記第1の映像単位毎の割当て符号量を算出し、当該第1の映像単位毎の割当て符号量に基づいて決定されることを特徴とする請求項1に記載の映像信号符号化方法。

【請求項5】上記平均符号化データ速度算出ステップは、

符号化対象としている第2の映像単位を含んで上記第2の映像単位毎に所定数分スライドさせていくようにして上記第1の映像単位における上記第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出することを特徴とする請求項1に記載の映像信号符号化方法。

【請求項6】上記符号化対象としている第3の映像単位の各輝度ブロックにおける画素値に基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についてのアクティビティを算出し、当該アクティビティ及び上記符号化対象としている第3の映像単位についての上記第1の量子化ステップに基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についての第2の量子化ステップを算出する第2の量子化ステップ算出ステップを具えることを特徴とする請求項1に記載の映像信号符号化方法。

【請求項7】デジタル映像信号を固定の量子化ステップに基づいて符号化することにより発生した発生符号量に基づいて第1の映像単位又は第2の映像単位毎の割当て符号量を算出し、当該割当て符号量に応じて上記デジタル映像信号を符号化する映像信号符号化装置において、

上記第1の映像単位又は上記第2の映像単位毎の割当て符号量に基づいて、上記第1の映像単位における上記第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出する平均符号化データ速度算出手段と、

単位時間当たりに伝送されてくる上記第2の映像単位に応じた画像のデータ量に対する上記平均符号化データ速度の割合で表される第1のパラメータを上記第1の映像単位毎に算出する第1のパラメータ算出手段と、

符号化対象としている第2の映像単位に対する割当て符号量と、当該第2の映像単位において現在までに符号化して実際に発生した発生符号量との差分を第3の映像単位毎に算出し、当該第3の映像単位毎の差分を、符号化対象としている第3の映像単位についての第1の量子化ステップを算出する際に反映させるための第2のパラメータを算出する第2のパラメータ算出手段と、

上記第1のパラメータ及び上記第2のパラメータに基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についての上記第1の量子化ステップを算出する第1の量子化ステップ算出手段とを具えることを特徴とする映像信号符号化装置。

【請求項8】上記第2のパラメータ算出手段は、上記第1の映像単位より時間的に1つ前の第1の映像単位における各画像符号化タイプ毎の上記第1の量子化ステップの平均値及び上記第1のパラメータに基づいて算出した第3のパラメータを初期値として、上記第3のパラメータに、上記符号化対象としている第2の映像単位に対する割当て符号量と、当該第2の映像単位において現在までに符号化して実際に発生した発生符号量との上

記第3の映像単位毎の上記差分を反映させたものを上記第2のパラメータとして算出することを特徴とする請求項7に記載の映像信号符号化装置。

【請求項9】上記第1の映像単位は、グループオブピクチャーズであり、
上記第2の映像単位は、フレーム画像であり、
上記第3の映像単位は、マクロブロックであることを特徴とする請求項7に記載の映像信号符号化装置。

【請求項10】上記第2の映像単位毎の割当符号量は、上記デジタル映像信号を固定の量子化ステップに基づいて符号化することにより発生した発生符号量に基づいて上記第1の映像単位毎の割当符号量を算出し、当該第1の映像単位毎の割当符号量に基づいて決定されることを特徴とする請求項7に記載の映像信号符号化装置。

【請求項11】上記平均符号化データ速度算出手段は、符号化対象としている第2の映像単位を含んで上記第2の映像単位毎に所定数分スライドさせていくようにして上記第1の映像単位における上記第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出することを特徴とする請求項7に記載の映像信号符号化装置。

【請求項12】上記符号化対象としている第3の映像単位の各輝度ブロックにおける画素値に基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についてのアクティビティを算出し、当該アクティビティ及び上記符号化対象としている第3の映像単位についての上記第1の量子化ステップに基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についての第2の量子化ステップを算出する第2の量子化ステップ算出手段を備えることを特徴とする請求項7に記載の映像信号符号化装置。

【請求項13】第1の映像単位又は第2の映像単位毎の割当符号量に基づいて、上記第1の映像単位における上記第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出する平均符号化データ速度算出ステップと、
単位時間当たりに伝送されてくる上記第2の映像単位に応じた画像のデータ量に対する上記平均符号化データ速度の割合で表される第1のパラメータを上記第1の映像単位毎に算出する第1のパラメータ算出ステップと、
符号化対象としている第2の映像単位に対する割当符号量と、当該第2の映像単位において現在までに符号化して実際に発生した発生符号量との差分を第3の映像単位毎に算出し、当該第3の映像単位毎の差分を、符号化対象としている第3の映像単位についての第1の量子化ステップを算出する際に反映させるための第2のパラメータを算出する第2のパラメータ算出ステップと、
上記第1のパラメータ及び上記第2のパラメータに基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についての上記第1の量子化ステップを算出する第1の量子化ステップ算出ステップとが記録されていることを特徴とする記録媒体。

【請求項14】上記第2のパラメータ算出ステップは、上記第1の映像単位より時間的に1つ前の第1の映像単位における各画像符号化タイプ毎の上記第1の量子化ステップの平均値及び上記第1のパラメータに基づいて算出した第3のパラメータを初期値として、上記第3のパラメータに、上記符号化対象としている第2の映像単位に対する割当符号量と、当該第2の映像単位において現在までに符号化して実際に発生した発生符号量との上記第3の映像単位毎の差分を反映させたものを上記第2のパラメータとして算出することを特徴とする請求項13に記載の記録媒体。

【請求項15】上記第1の映像単位は、グループオブピクチャーズであり、
上記第2の映像単位は、フレーム画像であり、
上記第3の映像単位は、マクロブロックであることを特徴とする請求項13に記載の記録媒体。

【請求項16】デジタル映像信号を固定の量子化ステップに基づいて符号化した際に発生した発生符号量に基づいて上記第1の映像単位又は上記第2の映像単位毎の割当符号量を決定する割当符号量決定ステップが記録されていることを特徴とする請求項13に記載の記録媒体。

【請求項17】上記平均符号化データ速度算出ステップは、
符号化対象としている第2の映像単位を含んで上記第2の映像単位毎に所定数分スライドさせていくようにして上記第1の映像単位における上記第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出することを特徴とする請求項13に記載の記録媒体。

【請求項18】上記符号化対象としている第3の映像単位の各輝度ブロックにおける画素値に基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についてのアクティビティを算出し、当該アクティビティ及び上記符号化対象としている第3の映像単位についての上記第1の量子化ステップに基づいて上記符号化対象としている第3の映像単位についての第2の量子化ステップを算出する第2の量子化ステップ算出ステップが記録されていることを特徴とする請求項13に記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

40 【0001】

【目次】

以下の順序で本発明を説明する。

発明の属する技術分野

従来の技術

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段

発明の実施の形態

(1) 全体構成(図1)

(2-1) 量子化制御部の構成(図2～図5)

50 (2-2) 実施例の動作及び効果

(3) 第3実施例(図6)

発明の効果

【0002】

【発明の属する技術分野】本発明は映像信号符号化方法、映像信号符号化装置及び記録媒体に関し、特にデジタル映像信号を所定の映像単位毎に可変レートで符号化する映像信号符号化方法及び映像信号符号化装置に適用し得る。また量子化制御アルゴリズムをプログラムとして有する記録媒体に適用し得る。

【0003】

【従来の技術】従来、映像信号をデジタル化して所定の記録媒体に記録し又は伝送する場合、データ量が膨大となるためデータを符号化(圧縮)している。代表的な符号化方式として動き補償予測符号化が知られている。この動き補償予測符号化は、映像信号の時間軸方向の相関を利用する方法であり、既に復号再生されている映像信号より現在の符号化対象の動き情報(動きベクトル)を推定し、復号されている映像信号を信号の動きに合わせて移動させ、この動きベクトルとその時の予測残差を伝送することにより、符号化に必要な情報量を圧縮する方法である。

【0004】この動き補償予測符号化の代表的なものとして、MPEG(Moving Picture Expert Group)が知られている。このMPEG方式は、1画像(1フレーム又は1フィールド)を 16×16 画素で構成されるマクロブロックと呼ばれるブロックに分割し、このブロック単位で動き補償予測符号化を行う。この動き補償予測符号化には、イントラ符号化及び非イントラ符号化の2つの方法がある。イントラ符号化は自らのマクロブロックの情報だけを用いる符号化方法であり、非イントラ符号化は自らのマクロブロックの情報と他の時刻に現れる画像より得た情報との双方の情報を用いる符号化方法である。

【0005】MPEG方式は、各フレームを3つの画像符号化タイプ(以下、これを画像タイプと呼ぶ)、すなわちIピクチャ(intra coded picture)、Pピクチャ(predictive coded picture)又はBピクチャ(bidirectionally predictive coded picture)のいずれかの画像タイプのピクチャとして符号化する。Iピクチャの画像信号は、その1フレーム分の画像信号がそのまま符号化されて伝送される。Pピクチャの画像信号は、当該Pピクチャより時間的に過去にあるIピクチャ又はPピクチャの画像信号との差分が符号化されて伝送される。Bピクチャは、時間的に過去にあるPピクチャ若しくはIピクチャ又は時間的に未来にあるPピクチャ若しくはIピクチャのいずれかのピクチャとの差分が符号化されて伝送されるか、又は時間的に過去及び未来にあるIピクチャ又はPピクチャの双方のピクチャとの差分が符号化されて伝送される。

【0006】このように映像信号符号化装置において符

号化されたデータ(ビットストリーム)は固定ビットレートで出力され、所定の記録媒体に記録され又はデジタル映像信号復号装置に伝送される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで映像信号には、動きが激しい絵柄であるために圧縮符号化に向かない画像と、圧縮符号化を非常に簡単にできる静止画に近いような画像が含まれている。従つて映像信号を固定レートで符号化すると、複雑な絵柄の画質が大幅に劣化することになる。

【0008】そこで複雑な絵柄に割り当てる符号量を多くし、簡単な絵柄に割り当てる符号量を少なくすることより、平均のビットレートが低くても映像信号全体として高画質を実現するようにした可変レート符号化方式と呼ばれる符号化方法が提案されている。この可変レート符号化方式は、読み出し速度を自由に調整できるような記録媒体、例えばデジタルビデオディスク(Digital Video Disk, DVD)で用いることができる。

【0009】従つてこの可変レート符号化方式を用いる場合には、入力される映像信号の圧縮の難しさ(すなわち絵柄の複雑さや動きの激しさ)を予め把握しておかなければならぬ。そこでこの可変レート符号化方式においては、まずデジタル映像信号を固定の量子化ステップに基づいて符号化することにより発生した発生符号量に基づいてGOP(Group of Pictures)又はフレーム毎の割当符号量を算出し、当該割当符号量に応じてデジタル映像信号を符号化するといふいわゆる2パスエンコーディングと呼ばれる方法を用いている。

【0010】ここで各フレーム毎の割当符号量が決定すると、当該割当符号量を満たすように量子化制御する必要がある。ここで量子化制御とは、符号化によって発生する発生符号量を、ある時間幅においてみたときに所定のビットレートになるように、量子化における量子化ステップを制御することを言う。この量子化制御法としては、MPEG方式において規定されたテストモデル(Test Model)と呼ばれる量子化制御法が一般に使用されている。このテストモデルと呼ばれる量子化制御法は、発生符号量と割当符号量(目標ビット数)の差をフィードバックするものである。

【0011】以下、このテストモデルにおける量子化制御アルゴリズムについて説明する。この量子化制御アルゴリズムは3つの大きなステップによって構成されている。

【0012】(1) 量子化制御アルゴリズムの第1ステップ

この第1ステップにおいては、各画像タイプ毎の割当符号量を算出するステップであり、各フレームを符号化する前に、それぞれ次式

【数1】

$$X_I = S_I \cdot Q_{I ave} \quad \dots \dots (1)$$

【数2】

$$X_P = S_P \cdot Q_{P ave} \quad \dots \dots (2)$$

【数3】

$$X_B = S_B \cdot Q_{B ave} \quad \dots \dots (3)$$

によって定義された I ピクチャ、 P ピクチャ及び B ピクチャの複雑さ指標 X_I 、 X_P 及び X_B を更新する。

【0013】ここで S_I 、 S_P 及び S_B は、それぞれ I ピクチャ、 P ピクチャ及び B ピクチャでの発生符号量を表す。また $Q_{I ave}$ 、 $Q_{P ave}$ 及び $Q_{B ave}$ は、それぞれ I ピクチャ、 P ピクチャ及び B ピクチャにおける平均的な量子化パラメータ、すなわち 1 フレーム中における全てのマクロブロックの量子化ステップの平均値 (1~31の範囲に正規化されている) を表す。

【0014】この複雑さ指標 X_I 、 X_P 及び X_B は、符

号化した際の発生符号量が多いような画像対しては大きくなり、高い圧縮率が得られる画像に対しては小さくなる。従つてこれから符号化を行おうとしている画像タイプによってどの程度符号量が必要であるかを、ある数値で規格化することにより相対的に見積もつたものである。

【0015】この複雑さ指標 X_I 、 X_P 及び X_B の初期値 $X_I(\text{init})$ 、 $X_P(\text{init})$ 及び $X_B(\text{init})$ は、それぞれ次式

$$X_I(\text{init}) = \frac{160 \times \text{ビットレート [bps]}}{115} \quad \dots \dots (4)$$

【数5】

$$X_P(\text{init}) = \frac{60 \times \text{ビットレート [bps]}}{115} \quad \dots \dots (5)$$

【数6】

$$X_B(\text{init}) = \frac{42 \times \text{ビットレート [bps]}}{115} \quad \dots \dots (6)$$

によって定義されている。

【0016】G O P 中の次のフレームに対する割当て符
号量 T_I 、 T_P 及び T_B は、 I ピクチャ、 P ピクチャ及

び B ピクチャ毎にそれぞれ次式

$$T_I = \frac{R}{1 + \frac{N_P \cdot X_P}{X_I \cdot k_P} + \frac{N_B \cdot X_B}{X_I \cdot k_B}} \quad \dots \dots (7)$$

【数8】

$$T_P = \frac{R}{N_P + \frac{N_B \cdot k_P \cdot X_B}{X_P \cdot k_B}}^{40} \quad \dots \dots (8)$$

【数9】

9

$$T_B = \frac{R}{N_B + \frac{N_P \cdot k_B \cdot X_P}{X_B \cdot k_P}}$$

10

..... (9)

によって表される。

【0017】ここでGOPとは、必ずIピクチャを含む何枚かのピクチャをひとまとまりとした処理単位であり、GOP内のフレームの枚数（すなわちIピクチャの間隔）をNというパラメータで表し、Pピクチャ又はIピクチャの間隔をMというパラメータで表す。従つてGOPはパラメータN及びMによって決定される。

【0018】(7)式～(9)式において、 K_P 及び K_B は、量子化マトリクスに依存する恒常的な定数であり、それぞれIピクチャに対するPピクチャの量子化の際の粗さの程度、及びIピクチャに対するBピクチャの

$$R = R - S_I$$

【数11】

$$R = R - S_P$$

【数12】

$$R = R - S_B$$

のいずれかとなる。

【0020】すなわち例えば(7)式を用いてIピクチャの割当て符号量 T_I を算出した後、Iピクチャの後に続くピクチャ、例えばBピクチャの割当て符号量 T_B を(9)式を用いて算出する際には、(9)式におけるRは、Iピクチャに使用された符号量 S_I を除いた値（す

$$R = G + R \quad (G = (\text{ビットレート [bps]} \times N) / \text{ピクチャレート})$$

に設定されている。

【0021】従つてIピクチャの割当て符号量 T_I 、Pピクチャの割当て符号量 T_P 及びBピクチャの割当て符号量 T_B は、GOP中における残りの符号量Rを、当該GOP中におけるIピクチャ、Pピクチャ及びBピクチャの残りの枚数の自分の画像タイプに換算したもので除算することによって得ることができる。すなわち(7)式～(9)式は、GOP中における符号化されていない全てのピクチャが、これから符号化しようとするピクチャと同じ画像タイプであるとみなしたとき、1フレーム当たりどの程度の符号量を割り当てることができるかの目安を与えることを表している。

【0022】(2)量子化制御アルゴリズムの第2ステップ

この第2ステップは、各フレームにおける各マクロブロックを順次符号化しながら、仮の量子化ステップ、すなわち後述するように、画像の複雑さや動きの激しさを考

量子化の際の粗さの程度を表す。このテストモデルの場合、 $K_P = 1.0$ と定義されているので、PピクチャはIピクチャと同じ粗さで量子化され、Bピクチャについては、 $K_B = 1.4$ と定義されているので、BピクチャはIピクチャの1.4倍の粗さで量子化される。

【0019】また N_P 及び N_B は、それぞれ1GOP中の符号化順序において、Pピクチャ及びBピクチャの残りの枚数を表す。Rは、符号化対象としているGOPに与えられた残りの符号量（ビット数）であり、あるフレームを符号化した後においては、次式

【数10】

..... (10)

..... (11)

..... (12)

なわち(10)式で計算された $R = R - S_I$ が用いられ、これにより1GOPに割り当てられた割当符号量を一定に保持している。ここでGOP中の最初のピクチャ、すなわち符号化順序で最初のピクチャであるIピクチャの割当て符号量 T_I を算出する際のRは、次式

【数13】

..... (13)

慮しない場合の量子化ステップ（以下、これを参照量子化ステップと呼ぶ）を第1の量子化ステップとして算出するステップであり、符号化対象としているフレームに対する割当て符号量 T_I 、 T_P 又は T_B と、符号化して実際に発生した発生符号量との差分をマクロブロック毎にフィードバックする。

【0023】従つて実際に符号化して発生した発生符号量が、当初想定していた割当て符号量より多い場合には、発生符号量を減らすために量子化ステップは大きくなり、発生符号量が割当て符号量より少ない場合には、量子化ステップは小さくなる。

【0024】まず符号化対象としているIピクチャ、Pピクチャ又はBピクチャにおけるi番目のマクロブロックiを符号化する前に、Iピクチャ、Pピクチャ及びBピクチャ毎にそれぞれ用意された仮想的なバッファの充満度 d_{Ii} 、 d_{Pi} 及び d_{Bi} を、それぞれ次式

【数14】

$$dI_i = dI_0 + B_{i-1} - \frac{T_i \times (i-1)}{MB_Cnt} \quad \dots \dots (14)$$

【数15】

$$dP_i = dP_0 + B_{i-1} - \frac{T_p \times (i-1)}{MB_Cnt} \quad \dots \dots (15)$$

【数16】

$$dB_i = dB_0 + B_{i-1} - \frac{T_B \times (i-1)}{MB_Cnt} \quad \dots \dots (16)$$

を用いて算出する。

【0025】これら(14)式～(16)式において、
 B_{i-1} は、 i 番目のマクロブロックを含んで符号化対象
 としているフレームのそれまでの全てのマクロブロック
 を実際に符号化して発生した発生符号量の合計を表し、
 MB_Cnt は、1フレーム内のマクロブロック数を表す
 (以下、同様)。従つて(14)式、(15)式及び
 (16)式において、 $T_i \times (i-1) / MB_Cnt$ 、 $T_p \times (i-1) / MB_Cnt$ 及び $T_B \times (i-1) / MB_Cnt$ は、それぞれIピクチャ、Pピクチャ及びBピクチャにそれぞれ割り当てられた割当て符号量 T_i 、 T_p 及び T_B を、それぞれIピクチャ、Pピクチャ及びBピクチャにおける各マクロブロックに対して均等に割り当てたと想定したときの想定割当て符号量を表すことになる。

【0026】従つて(14)式、(15)式及び(16)式は、 i 番目のマクロブロックを含んで符号化対象としているフレームのそれまでの全てのマクロブロックを符号化して発生した発生符号量の合計と、符号化対象としているフレームの割当て符号量 T_i 、 T_p 又は T_B を符号化対象としているフレームの各マクロブロックに均等に割り当てたと想定したときの $i-1$ 番目までの想定符号量の合計との差分をマクロブロック毎に算出し、

$$dI_0 = (10 \times r) / 31 \quad \dots \dots (17)$$

【数18】

$$dP_0 = k_p \cdot dI_0 \quad \dots \dots (18)$$

【数19】

$$dB_0 = k_B \cdot dI_0 \quad \dots \dots (19)$$

によって定義されている。

【0029】続いてマクロブロック i の参照量子化ステップ Q_i は、

で与えられる。ここで*は当該フレームの画像タイプのいずれかを表す(以下、同様)。またピクチャレートに対するビットレート(符号化データ速度)の割合いで表す

$$r = 2 \times (\text{ビットレート} / \text{ピクチャレート}) \quad \dots \dots (21)$$

によって定義されている。ここで(17)式における第1のパラメータ r も(20)式によつて表される。

ステップ Q_i は、次式

【数20】

$$\dots \dots (20)$$

される第1のパラメータ r は、次式

【数21】

$$\dots \dots (21)$$

【0030】かくして各画像タイプにおける各マクロブロック毎の参照量子化ステップ Q が算出される。

に対する量子化ステップMQUANTが決定すると、次のG O Pについて上述の第1～第3のステップが行われる。

【0039】ところが上述のようなテストモデルによる量子化制御法においては、ビットレートとして固定レートを前提としているので、上述のような可変レート符号化方式に適用することができなかつた。すなわちビットレートが固定であるということは、(21)式において第1のパラメータ r が固定であることを意味し、従つて各G O Pにおける第1のパラメータ r も一定となるので、テストモデルによる量子化制御法を絵柄の複雑さや動きの激しさに応じてビットレートを可変にする可変レート符号化方式には適用できなかつた。

【0040】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、可変レート符号化方式に対応し得る量子化制御を行うことのできる映像信号符号化方法、映像信号符号化装置及び記録媒体を提案しようとするものである。

【0041】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、第1の映像単位又は第2の映像単位毎の割当て符号量に基づいて、第1の映像単位における第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出し、単位時間当たりに伝送されてくる第2の映像単位に応じた画像のデータ量に対する平均符号化データ速度の割合で表される第1のパラメータを第1の映像単位毎に算出し、符号化対象としている第2の映像単位に対する割当て符号量と、当該第2の映像単位において現在までに符号化して実際に発生した発生符号量との差分を第3の映像単位毎に算出し、当該第3の映像単位毎の差分を、符号化対象としている第3の映像単位についての第1の量子化ステップを算出する際に反映させるための第2のパラメータを算出し、第1のパラメータ及び第2のパラメータに基づいて符号化対象としている第3の映像単位についての第1の量子化ステップを算出するようにした。本発明によれば、第1の映像単位毎に第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出し、当該平均符号化データ速度を用いて第1のパラメータを算出するので、第1のパラメータを各第1の映像単位における平均符号化データ速度に応じて変化させることができる。

【0042】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

【0043】(1) 全体構成

図1において、1は全体として本発明を適用した映像信号符号化装置を示し、映像信号S 1は画像符号化タイプ指定回路2に入力される。画像符号化タイプ指定回路2は入力される映像信号S 1の各フレームを第2の映像単位としてIピクチャ、Pピクチャ又はBピクチャのうちのどの画像符号化タイプ(以下、これを画像タイプと呼ぶ)のピクチャとして処理するかを指定して画像符号化並替え回路3に送出する。この映像信号符号化装置1

は、例えば15個のフレームを第1の映像単位としての1 G O Pとして処理の1単位とする。

【0044】画像符号化順序並替え回路3は指定された画像タイプに従つて各フレームを符号化する順番に並び替えて画像信号S 2としてスキヤンコンバータ4に送出すると共に、当該画像信号S 2についての画像タイプ信号S 3を予測モード決定回路5、動きベクトル検出回路6及び量子化制御回路7に送出する。また画像符号化並替え回路3は現在符号化されているフレームの動きベクトルを検出するために現在画像と、当該現在画像より時間的に過去にある画像(以下、これを過去参照画像と呼ぶ)及び又は現在画像より時間的に未来にある画像(以下、これを未来参照画像と呼ぶ)S 4とを動きベクトル検出回路6に送出する。

【0045】スキヤンコンバータ4は、画像信号S 2をフレーム毎にプロツクフォーマットの信号に変換し、この1フレームの信号を16ラインを1単位としてN個のスライスに区分すると共に、各スライスを 16×16 の画素に対応する輝度信号によって構成されるM個のマクロプロツクに分割し、当該各マクロプロツクを第3の映像単位(伝送単位)として量子化制御回路7及び演算回路8に送出する。

【0046】動きベクトル検出回路6は画像信号S 2の各フレームに同期した画像タイプ信号S 3に従つて各フレームの画像データをIピクチャ、Pピクチャ又はBピクチャとして処理する。すなわちIピクチャとして処理されるフレームの画像データは、動きベクトル検出回路6から、過去参照画像を格納する過去参照画像メモリ(図示せず)に格納され、Bピクチャとして処理されるフレームの画像データは現在画像を格納する現在画像メモリ(図示せず)に格納され、Pピクチャとして処理されるフレームの画像データは未来参照画像を格納する未来参照画像メモリ(図示せず)に格納される。

【0047】ここで次のタイミングにおいて、Bピクチャ又はPピクチャとして処理すべきフレームが動きベクトル検出回路6に入力されたとき、これまでに未来参照画像メモリに格納されていた最初のPピクチャの画像データは過去参照画像メモリに格納される。また次のBピクチャの画像データは現在画像メモリに格納され、次のPピクチャの画像データは未来参照画像メモリに格納される。以降このような動作が順次繰り返される。

【0048】動きベクトル検出回路6は順方向予測における動きベクトル及びそのときの動きベクトル推定残差S 5を予測モード決定回路5に送出する。ここで動きベクトル検出回路6は、Bピクチャの場合には、逆方向予測における動きベクトルとそのときの動きベクトル推定残差とを送出する。予測モード決定回路5はイントラモード、順方向予測モード、逆方向予測モード又は双方向予測モードのうちどの予測モードを選択するかを決定する。

【0049】ここでイントラモードは、符号化対象となるフレームの画像データをそのまま伝送データとして伝送する処理であり、順方向予測モードは、過去参照画像との予測残差と順方向動きベクトルとを伝送する処理である。また逆方向予測モードは、未来参照画像との予測残差と逆方向動きベクトルとを伝送する処理であり、双方予測モードは、過去参照画像と未来参照画像の2つの予測画像の平均値との予測残差と順方向及び逆方向の2つの動きベクトルとを伝送する処理である。Bピクチャの場合には、これら4種類の予測モードをマクロブロック単位で切り換える。

【0050】予測モード決定回路5は画像符号化並替え回路3から送出される画像タイプ信号S3に基づいて、Iピクチャの場合にはイントラモードを選択し、Pピクチャの場合にはイントラモード又は順方向予測モードのいずれかの予測モードを選択し、Bピクチャの場合には、イントラモード、順方向予測モード、逆方向予測モード又は双方予測モードのうちいずれかの予測モードを選択し、選択した予測モードS6を演算回路8に送出する。

【0051】演算回路8はスキヤンコンバータ4より読み出されたマクロブロックS7に対して、予測モードS6に基づいてイントラ、順方向予測、逆方向予測又は双方予測の演算を行う。演算回路8はマクロブロックS7としてIピクチャとして処理すべき画像データが入力された場合、当該画像データをイントラ符号化してDCT(Discrete Cosine Transform、離散コサイン変換)回路9に送出する。DCT回路9はイントラ符号化された画像データをDCT係数に変換して量子化回路10に送出する。

【0052】量子化回路10は各DCT係数を量子化制御回路7から指定された量子化ステップで量子化して可変長符号化回路11及び逆量子化回路12に送出する。可変長符号化回路11は量子化された画像データ、予測モード決定回路5から送出される予測モードS6及び動きベクトル検出回路6から送出される動きベクトルS5を例えばハフマン符号などの可変長符号に変換し、バッファ13を介して量子化制御回路7に送出すると共に外部に出力する。

【0053】逆量子化回路12は量子化された画像データを量子化時における量子化ステップに応じて逆量子化してIDCT(逆DCT)回路14に送出する。IDCT回路14は逆量子化回路12からの出力を逆DCT処理する。IDCT回路14からの出力は演算器15を介してフレームメモリ16内の過去参照画像を格納する過去参照画像記憶部(図示せず)に格納される。

【0054】次に演算回路8にスキヤンコンバータ4からPピクチャとして処理すべきフレームの画像データが入力され、予測モード決定回路5から送出される予測モードS6がイントラモードの場合、当該画像データは上述のIピク

チャの場合と同様にイントラ符号化されてDCT回路9、量子化回路10、可変長符号化回路11及びバッファ13を介して量子化制御回路7に送出されると共に外部に出力され、逆量子化回路12、IDCT回路14及び演算器15を介してフレームメモリ16内の未来参照画像を格納する未来参照画像記憶部(図示せず)に格納される。

【0055】予測モードS6が順方向予測モードの場合には、フレームメモリ16の過去参照画像記憶部に格納されている画像データ(この場合Iピクチャの画像データ)が読み出されて動き補償回路17に送出される。動き補償回路17はこの画像データを動きベクトル検出回路6から送出される順方向動きベクトルS5に対応して動き補償する。

【0056】すなわち動き補償回路17は、順方向予測モードの場合、フレームメモリ16の過去参照画像記憶部の読み出しアドレスを、動きベクトル検出回路6が現在出力しているマクロブロックの位置に対応する位置から順方向動きベクトルS5に対応する分だけずらしてデータを読み出して予測参照画像を生成し、演算回路8及び演算器15に送出する。

【0057】演算回路8はスキヤンコンバータ4から送出される参照画像のマクロブロックのデータから、動き補償回路17から送出された当該マクロブロックに対応する予測参照画像の画像データを減算して予測残差としての差分データを得、この差分データをDCT回路9に送出する。この差分データはDCT回路9、量子化回路10、可変長符号化回路11及びバッファ13を介して量子化制御回路7に送出されると共に外部に出力される。またこの差分データは逆量子化回路12及びIDCT回路14によつて局所的に復号されて演算器15に送出される。

【0058】演算器15はIDCT回路14から送出される差分データに、動き補償回路17から送出される予測参照画像の画像データを加算する。これにより局所的に復号したPピクチャの画像データが得られる。このPピクチャの画像データはフレームメモリ16内の未来参照画像を格納する未来参照画像記憶部に格納される。

【0059】次に演算回路8にスキヤンコンバータ4からBピクチャとして処理すべきフレームの画像データが入力され、予測モード決定回路5から送出される予測モードS6がイントラモード又は順方向予測モードの場合、当該フレームの画像データは上述のPピクチャの場合と同様に処理される。これに対して予測モードS6が逆方向予測モードに設定された場合には、フレームメモリ16の未来参照画像記憶部に格納されている画像データ(この場合Pピクチャの画像データ)が読み出されて動き補償回路17に送出される。動き補償回路17はこの画像データを動きベクトル検出回路6から送出される逆方向動きベクトルS5に対応して動き補償する。

【0060】すなわち動き補償回路17は、逆方向予測モードの場合、フレームメモリ16の未来参照画像記憶部の読み出しアドレスを、動きベクトル検出回路6が現在出力しているマクロブロックの位置に対応する位置から動きベクトルS5に対応する分だけずらしてデータを読み出して予測参照画像を生成し、演算回路8及び演算器15に送出する。

【0061】演算回路8はスキヤンコンバータ4から送出される参照画像のマクロブロックのデータから、動き補償回路17から送出された当該マクロブロックに対応する予測参照画像の画像データを減算して予測残差としての差分データを得、この差分データをDCT回路9に送出する。この差分データはDCT回路9、量子化回路10、可変長符号化回路11及びバッファ13を介して量子化制御回路7に送出されると共に外部に送出される。またこの差分データは逆量子化回路12及びIDCT回路14によって局所的に復号されて演算器15に送出される。演算器15はIDCT回路14から送出される差分データに、動き補償回路17から送出される予測参照画像の画像データを加算する。これにより局所的に復号したBピクチャの画像データが得られる。

【0062】双方向予測モードの場合には、フレームメモリ16の過去参照画像記憶部に格納されている画像データ（この場合Iピクチャの画像データ）と、未来参照画像記憶部に格納されている画像データ（この場合Pピクチャの画像データ）とが読み出されて動き補償回路17に送出される。動き補償回路17はこの画像データを動きベクトル検出回路6から送出される順方向動きベクトル及び逆方向動きベクトルS5に対応して動き補償する。

【0063】すなわち動き補償回路17は、双方向予測モードの場合、フレームメモリ16の過去参照画像記憶部と未来参照画像記憶部の読み出しアドレスを、動きベクトル検出回路6が現在出力しているマクロブロックの位置に対応する位置から順方向動きベクトル及び逆方向動きベクトルS5に対応する分だけずらしてデータを読み出して予測参照画像を生成し、演算回路8及び演算器15に送出する。

【0064】演算回路8はスキヤンコンバータ4から送出される参照画像のマクロブロックのデータから、動き補償回路17から送出された当該マクロブロックに対応する予測参照画像の画像データの平均値を減算して予測残差としての差分データを得、この差分データをDCT回路9に送出する。この差分データはDCT回路9、量子化回路10、可変長符号化回路11及びバッファ13を介して量子化制御回路7に送出されると共に外部に出力される。またこの差分データは逆量子化回路12及びIDCT回路14によって局所的に復号されて演算器15に送出される。

【0065】演算器15はIDCT回路14から送出さ

れる差分データに、動き補償回路17から送出される予測参照画像の画像データを加算する。これにより局所的に復号したBピクチャの画像データが得られる。ここでBピクチャは他の画像の予測画像として使用されないので、フレームメモリ16には格納されない。

【0066】(2-1) 量子化制御部の構成

ここで映像信号符号化装置1における量子化制御部7の構成について説明する。図2に示すように、量子化制御部7は、以下に説明する量子化制御アルゴリズムに応じたプログラムを記録媒体としてのROM(Read Only Memory)7Aに格納しており、CPU7Bがこの量子化制御アルゴリズムに従つて量子化回路10において各マクロブロックを量子化する際に用いる量子化ステップMQUANTを、RAM(Random Access Memory)7Cをワークエリアとして用いて算出し、当該量子化ステップMQUANTを量子化回路10に送出する。

【0067】量子化制御部7における量子化制御アルゴリズムについて図3、図4及び図5に示すフローチャートを用いて説明する。ここでこの映像信号符号化装置1は、符号化方法として可変レート符号化方式を採用しており、量子化制御アルゴリズムを開始する前に、まずデジタル映像信号S1を固定の量子化ステップで符号化した際に発生した発生符号量に基づいて各フレーム毎の割当符号量T_j (j=1-N)を決定し、当該各フレーム毎の割当符号量T_jを量子化制御部7のRAM7Cに格納しているものとする。

【0068】実際上、量子化制御部7は固定の量子化ステップQSを量子化回路10に送出する。量子化回路10は、量子化制御部7によって指定された量子化ステップQSに基づいて、DCT回路9から出力されるDCT係数を量子化して可変長符号化回路11に送出する。可変長符号化回路11は、量子化回路10からの出力を可変長符号化し、当該符号化結果を量子化制御部7に送出する。量子化制御部7は、可変長符号化回路11からの出力に基づいて、各フレーム毎に実際に発生した発生符号量を算出し、当該発生符号量に基づいて各フレーム毎の割当符号量T_jを算出し、RAM7Cに格納する。

【0069】CPU7Bは、ステップSP1より量子化制御アルゴリズムを開始し、ステップSP2において、40後述するように、それぞれIピクチャ、Pピクチャ及びBピクチャにおける各マクロブロックについての参照量子化ステップQを算出する際に使用される各画像タイプ毎に用意された仮想的なバッファの充満度dI₀、dP₀及びdB₀を算出する際に必要となる平均量子化ステップ(qI_{PREV})_{ave}、(qP_{PREV})_{ave}及び(qB_{PREV})_{ave}の初期値を、それぞれ「10」、k_p × (qI_{PREV})_{ave} (すなわち「10」)及びk_B × (qI_{PREV})_{ave} (すなわち「10」)に設定する。ここでK_P=1.0、K_B=1.4であり、上述したテストモデルの場合と同様にIピクチャに対する粗さの程度を表す。

【0070】続いてCPU7Bは、ステップSP3において、カウンタcurr_GOPを最初のGOPに設定した後、ステップSP4において、現在符号化対象としているGOPcurr_GOPに対応する各フレーム毎の割当て符号量T_jをRAM7Cより順次読み出し、現在符号化対

$$Curr_br = \frac{\text{Picture_rate}}{N} \sum_{j=1}^N T_j \quad \dots \dots (27)$$

を用いて算出する。ここでこの映像信号符号化装置1は、可変レート符号化方式を採用しているので、ステップSP4において算出した平均ビットレートCurr_brはGOP毎に変化することになる。

【0071】平均ビットレートCurr_brの算出処理について図5に示すフローチャートを用いて説明する。CPU7Bは、ステップSP30より平均ビットレートCurr_brの算出処理を開始し、ステップSP31において、フレーム数をカウントするカウンタのカウンタ値kを初期化すると共に、符号化対象としているGOPcurr_GOP中における各フレームの割当て符号量T_jの累積値を演算する演算器の累計値sumを初期化した後、ステップSP32において、符号化対象としているGOPcurr_GOP中のk番目のフレームの割当て符号量T_kを演算器の累積値sumに足し込む。

【0072】続いてCPU7Bは、ステップSP33において、カウンタのカウンタ値kと符号化対象としているGOPcurr_GOP中のフレーム数Nとを比較し、カウンタのカウンタ値kとフレーム数Nとが一致していないと判断したときには、当該GOPcurr_GOP中の全ての

$$r = 2 \times \frac{Curr_br}{\text{Picture_rate}}$$

を用いて第1のパラメータrを算出する。すなわちCPU7Bは、単位時間当たりに伝送されてくるフレーム画像のデータ量(ピクチャレートPicture_rate)に対する平均ビットレートCurr_br(平均符号化データ速度)の割合で表される第1のパラメータrを算出する。ここでステップSP4において算出した平均ビットレートCurr_brはGOP毎に変化するので、これに連動して第1のパラメータrもGOP毎に変化することになる。

$$dI_0 = \frac{(qI_{\text{prev}})_{\text{ave}} \times r}{31} \quad \dots \dots (28)$$

【数30】

$$dP_0 = \frac{(qP_{\text{prev}})_{\text{ave}} \times r}{31} \quad \dots \dots (29)$$

【数31】

$$dB_0 = \frac{(qB_{\text{prev}})_{\text{ave}} \times r}{31} \quad \dots \dots (30)$$

象としているGOPcurr_GOPにおける1フレーム当たりの平均ビットレートcurr_brを、平均符号化データ速度として、次式

【数27】

10 フレームについての割当て符号量T_jが累積値sumに累積されていないと判断してステップSP34に進み、カウンタのカウント値kをインクリメントしてステップSP32に進む。

【0073】すなわちCPU7Bは、現在符号化対象としているGOPcurr_GOP中の全てのフレームの割当て符号量T_jの累積値sumを得るまでステップSP32からステップSP34までの処理ループを実行する。CPU7Bは、ステップSP33において肯定結果を得ると、ステップSP35に進んで、累積値sum及びピクチャレートPicture_rateに基づいて、符号化対象としているGOPcurr_GOPにおける1フレーム当たりの平均ビットレートCurr_brを算出し、ステップSP36において平均ビットレートCurr_brの算出処理を終了してメインルーチンのステップSP5に進む。

【0074】CPU7Bは、ステップSP5において、平均ビットレートCurr_br及びピクチャレートPicture_rateに基づき、次式

【数28】

..... (28)

【0075】次いでCPU7Bは、ステップSP6において、ステップSP2においてそれぞれIピクチャ、Pピクチャ及びBピクチャ毎に設定した初期値としての平均量子化ステップ(qI_{PREV})_{ave}、(qP_{PREV})_{ave}及び(qB_{PREV})_{ave}と、ステップSP5において算出した第1のパラメータrとに基づき、次式

【数29】

..... (29)

..... (30)

..... (31)

をそれぞれ用いて、現在符号化対象としているフレームの各マクロブロック j についての参照量子化ステップ Q_j を算出する際に用いる各画像タイプ毎に用意された仮想的なバツファの充満度 d_{I_0} 、 d_{P_0} 及び d_{B_0} を第3のパラメータとして算出する。

【0076】ここで従来のテストモデルは、第1のパラメータ r が固定であつた（すなわちビットレートが固定であつた）ため学習効果を利用することができたが、本発明では、ビットレートが GOP 毎に変化するために第1のパラメータ r も GOP 毎に変化するため、そのままでは学習効果を得ることができない。このため本発明においては、第1のパラメータ r の変化に伴つて仮想的なバツファの充満度 d_{I_0} 、 d_{P_0} 及び d_{B_0} を GOP 毎に計算する。

【0077】ここで後述するように、デジタル映像信号 S 1 において最初の GOP 以降の GOP における各画像タイプ毎の仮想的なバツファの充満度 d_{I_0} 、 d_{P_0} 及び d_{B_0} を算出する際には、ステップ SP 6 における平均量子化ステップ $(q_{I_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 、 $(q_{P_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 及び $(q_{B_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ として、それぞれ1つ前の GOP における各画像タイプ毎の参照量子化ステップ Q の平均値を用いる。

【0078】従つてデジタル映像信号 S 1 において最初の GOP を符号化対象としているときだけ、平均量子化ステップ $(q_{I_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 、 $(q_{P_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 及び $(q_{B_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ として、ステップ SP 2 において設定した値を初期値として用いることにより、各画像タイプ毎の仮想的なバツファの充満度 d_{I_0} 、 d_{P_0} 及び d_{B_0} を算出し、最初の GOP 以外の GOP を符号化対象としている場合には、ステップ SP 6 における平均量子化ステップ $(q_{I_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 、 $(q_{P_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 及び $(q_{B_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ として、それ時間的に1つ前の GOP における各画像タイプ毎の参照量子化ステップ Q の平均値を初期値として用いることにより、各画像タイプ毎の仮想的なバツファの充満度 d_{I_0} 、 d_{P_0} 及び d_{B_0} を算出するようになされている。従つて平均量子化ステップ $(q_{I_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 、 $(q_{P_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 及び $(q$

$$d_{*j} = d_{*0} + B_{j-1} = \frac{(j-1) \times T_{\text{curr_frame}}}{MB_Cnt} \dots \dots (32)$$

を用いて、現在符号化対象としているフレーム Curr_frame 中において現在符号化対象としているマクロブロック j についての参照量子化ステップ Q_j を算出する際に用いる仮想的なバツファの充満度 d_{*j} (d_{Ij} 、 d_{Pj} 又は d_{Bj}) を第2のパラメータとして算出する。ここで CPU 7 B は、(32) 式における d_{*0} として、各画像タイプに応じて、ステップ SP 6 において算出した仮想的なバツファの充満度 d_{I_0} 、 d_{P_0} 又は d_{B_0} を初期値として用いる。

【0083】ここで B_{j-1} は、現在符号化対象としている

$B_{\text{PREV}})_{\text{ave}}$ は、GOP 每に更新されることになる。

【0079】従つてステップ SP 6 において算出した仮想的なバツファの充満度 d_{I_0} 、 d_{P_0} 又は d_{B_0} は、第1のパラメータ r が GOP 每に変動すると共に、平均量子化ステップ $(q_{I_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 、 $(q_{P_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 及び $(q_{B_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ も GOP 每に変動するので、ステップ SP 6 において算出した第3のパラメータとしての仮想的なバツファの充満度 d_{*0} (すなわち d_{I_0} 、 d_{P_0} 及び d_{B_0}) は GOP 每に更新されることになる。

【0080】次いで CPU 7 B は、ステップ SP 7 において、現在符号化対象としている GOP の次の GOP における各画像タイプ毎の仮想的なバツファの充満度 d_{I_0} 、 d_{P_0} 及び d_{B_0} を算出する際に用いる平均量子化ステップ $(q_{I_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 、 $(q_{P_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ 及び $(q_{B_{\text{PREV}}})_{\text{ave}}$ を算出するため、I ピクチャ、P ピクチャ及び B ピクチャ毎にそれぞれ用意された参照量子化ステップ Q の合計値を計算する加算器 $q_{I_{\text{sum}}}$ 、 $q_{P_{\text{sum}}}$ 及び $q_{B_{\text{sum}}}$ を初期化すると共に、各画像タイプ毎のマクロブロックの数をカウントするカウンタ mb_num_I 、 mb_num_P 及び mb_num_B を初期化する。

【0081】すなわち CPU 7 B は、現在符号化対象としている GOP 中の全てのフレームの全てのマクロブロックについて、各画像タイプ毎に参照量子化ステップ Q の値をそれぞれ加算器 $q_{I_{\text{sum}}}$ 、 $q_{P_{\text{sum}}}$ 及び $q_{B_{\text{sum}}}$ に足し込んでいくと共にマクロブロック数をカウントする。従つて加算器 $q_{I_{\text{sum}}}$ 、 $q_{P_{\text{sum}}}$ 及び $q_{B_{\text{sum}}}$ 及びカウンタ mb_num_I 、 mb_num_P 及び mb_num_B は、GOP 每に初期化される。

【0082】次いで CPU 7 B は、ステップ SP 8 において、現在符号化対象としているフレーム Curr_frame を現在符号化対象としている GOP curr_GOP 中の最初のフレームに設定した後、ステップ SP 9 において、現在符号化対象としているフレームについてのマクロブロックカウンタ j を初期化する。続いて CPU 7 B は、ステップ SP 10 において、次式

【数32】

るフレーム Curr_frame における最初のマクロブロックから $(j-1)$ 番目のマクロブロックまでに実際に発生した発生符号量（使用符号量）の合計を表し、 $T_{\text{curr_frame}}$ は現在符号化対象としているフレーム Curr_frame の割当符号量 T を表す。従つて d_{*j} は、現在符号化対象としているフレームの j 番目のマクロブロックについての参照量子化ステップ Q_j を算出する時点における仮想的なバツファの充満度を表している。また MB_Cnt は、符号化対象としているフレームにおけるマクロブロック数を表す。

【0084】従つてCPU7Bは、ステップSP6において算出した各画像タイプ毎の第3のパラメータとしての仮想的なバツファの充満度 $d *_0$ ($d I_0$ 、 $d P_0$ 又は $d B_0$) を初期値として、当該第3のパラメータに、 $(j-1)$ 番目のマクロブロックまでに実際に発生した発生符号量 B_{j-1} と、現在符号化対象としているフレーム $Curr_frame$ の割当て符号量 T_{curr_frame} を現在符号化対象としているフレーム $Curr_frame$ の各マクロブロックに均等に割り当てたと想定したときの $j-1$ 番目までの想定割当て符号量の合計 ($(j-1) \times T_{curr_frame} / MB_cnt$) との差分 (マクロブロック毎の差分) を反映させたものを、現在符号化対象としているマ

$$Q_j = \frac{d *_j \times 31}{r}$$

を用いて、現在符号化対象としているマクロブロック j の参照量子化ステップ Q_j を算出した後、ステップSP12において、当該マクロブロック j について算出した参照量子化ステップ Q の値を、画像タイプに応じて加算器 $q_I sum$ 、 $q_P sum$ 又は $q_B sum$ に足し込むと共に、カウンタ $mb_num I$ 、 $mb_num P$ 又は $mb_num B$ をインクリメントする。

【0086】続いてCPU7Bは、ステップSP13に

$$P_{ave} = \frac{1}{64} \cdot \sum_{m=1}^{64} P_m$$

を用いて算出した当該サブブロック $sblk$ における各画素値 P_m の平均値 P_{ave} との差分を2乗したものを、当該サブブロック $sblk$ における全ての画素 (64個) について算出し、これら各画素毎に算出した演算結果 ($P_m - P_{ave}$)²

$$var_{sblk} = \sum_{m=1}^{64} (P_m - P_{ave})^2$$

を用いて算出し、次式

$$act_j = 1 + \min_{sblk} = 1 \text{ to } 4 \quad (var_{sblk})$$

クロブロック j についての参照量子化ステップ Q_j を算出する際に用いる第2のパラメータとしての仮想的なバツファの充満度 $d *_j$ ($d I_j$ 、 $d P_j$ 又は $d B_j$) として算出する。これにより、ステップSP5において算出した第1のパラメータ r が、現在符号化対象としているGOP $Curr_GOP$ において変化しないように、第2のパラメータとしての仮想的なバツファの充満度 $d *_j$ をマクロブロック毎に制御するようになされている。

【0085】次いでCPU7Bは、ステップSP11において、第1のパラメータ r 及び第2のパラメータとしての仮想的なバツファの充満度 $d *_j$ に基づき、次式

【数33】

$$\dots \dots (33)$$

おいて、上述したテストモデルにおける第3のステップと同様の処理を行うことにより、マクロブロック j についての量子化ステップ $MQUANT_j$ を第2の量子化ステップとして算出する。すなわちCPU7Bは、まずマクロブロック j を4つのサブブロック (輝度ブロック) $sblk$ に分割した後、4つの各サブブロック $sblk$ について、サブブロック $sblk$ における各画素値 P_m と、次式

【数34】

$$\dots \dots (34)$$

を用いて算出した各サブブロック $sblk$ における各画素値 P_m の合計を当該サブブロック $sblk$ におけるアクティビティ var_{sblk} として次式

【数35】

$$\dots \dots (35)$$

【数36】

$$\dots \dots (36)$$

を用いて、4つのサブブロック $sblk$ のうち、最小のアクティビティ var_{sblk} をもつサブブロック $sblk$ のアクティビティ var_{sblk} をマクロブロック j についてのアクティビティ act_j として算出する。

$$N_act_j = \frac{2 \times act_j + avg_act}{act_j + 2 \times avg_act}$$

【0087】次いでCPU7Bは、マクロブロック j についてのアクティビティ act_j を次式

【数37】

$$\dots \dots (37)$$

を用いて正規化した後、正規化した係数 N_act_j と、ステップSP11で算出した参照量子化ステップ Q_j と

$$MQUANT_j = Q_j \times N_act_j$$

に基づき、次式

【数38】

$$\dots \dots (38)$$

を用いて、マクロブロック j についての最終的な量子化ステップ $MQUANT_j$ を算出する。

【0088】 続いてCPU7Bは、ステップSP14において、現在符号化対象としているマクロブロックjが現在符号化対象としているフレームCurr_frameにおける最後のマクロブロックか否かを判定し、否定結果を得たときには、ステップSP15に進んで、次のマクロブロックを符号化対象としてフレームカウンタjをインクリメントとし、ステップSP10からステップSP13までの処理を実行する。すなわちCPU7Bは、ステップSP14において肯定結果を得るまで、すなわち現在符号化対象としているフレームCurr_frameの全てのマクロブロックについて量子化ステップMQUANTを算出するまで、ステップSP10からステップSP15までの処理ループを実行する。

【0089】 CPU7Bは、ステップSP14において肯定結果を得ると、ステップSP16に進んで、現在符号化対象としているフレームCurr_frameが現在符号化対象としているGOPCurr_GOPにおける最後のフレームであるか否かを判定し、否定結果を得たときには、ステップSP17に進んで処理対象を次のフレームに設定し、ステップSP10からステップSP15までの処理ループを実行する。すなわちCPU7Bは、ステップSP16において肯定結果を得るまで、すなわち現在符号化対象としているGOPCurr_GOP中の全てのフレームにおける全てのマクロブロックについて量子化ステップMQUANTを算出するまで、ステップSP9からステップSP17までの処理ループを実行する。

【0090】 CPU7Bは、ステップSP16において肯定結果を得ると、ステップSP18に進んで、現在符号化対象としているGOPCurr_GOPがデジタル映像信号S1における最後のGOPであるか否かを判定する。CPU7Bは、ステップSP18において否定結果を得たときには、ステップSP19に進んで、それぞれ加算器q_I_{sum}、q_P_{sum}及びq_B_{sum}の合計値とカウンタmb_num I、mb_num P及びmb_num Bのカウンタ値とに基づいて、各画像タイプ毎の参照量子化ステップQの平均値を算出し、当該各画像タイプ毎の参照量子化ステップQの平均値を平均量子化ステップ(q_I_{PREV})_{ave}、(q_P_{PREV})_{ave}及び(q_B_{PREV})_{ave}に代入することにより、ステップSP6で用いる平均量子化ステップ(q_I_{PREV})_{ave}、(q_P_{PREV})_{ave}及び(q_B_{PREV})_{ave}の値を更新する。

【0091】 次いでCPU7Bは、ステップSP20に進んで、処理対象を次のGOPに設定し、ステップSP4からステップSP17までの処理ループを実行する。すなわちCPU7Bは、ステップSP18において肯定結果を得るまで、すなわちデジタル映像信号S1における全てのGOP中において、全てのフレームにおける全てのマクロブロックについての量子化ステップMQUANTを算出するまで、ステップSP4からステップSP17までの処理ループを実行する。CPU7Bは、ステップ

SP18において肯定結果を得ると、ステップSP21において量子化制御アルゴリズムを終了する。

【0092】 量子化制御部7は上述の量子化制御アルゴリズムに従つて各マクロブロック毎に算出した量子化ステップMQUANTを量子化回路10に送出し、量子化回路10は、DCT回路9から出力されるDCT係数を量子化制御部7によって指定された量子化ステップMQUANTに基づいて量子化する。かくしてこの映像信号符号化装置1は、可変レート符号化方式においても量子化制御し得るようになされている。

【0093】 (2-2) 実施例の動作及び効果

以上の構成において、この映像信号符号化装置1は、GOP毎にGOPにおける1フレーム当たりの平均符号化データ速度curr_brを算出し、当該平均符号化データ速度curr_brを用いてGOP毎に第1のパラメータrを算出するので、第1のパラメータrを各GOPにおける平均符号化データ速度curr_brに応じて変化させることができる。

【0094】 またこの映像信号符号化装置1は、現在符号化対象としているGOPより時間的に1つ前のGOPにおける各画像タイプ毎の参照量子化ステップQの平均値を初期値としてGOP毎に更新される平均量子化ステップ(q_I_{PREV})_{ave}、(q_P_{PREV})_{ave}及び(q_B_{PREV})_{ave}を用いて、GOP中における各画像タイプ毎の各マクロブロックについての量子化ステップQを算出する際に用いる第3のパラメータとしての仮想的なバッファの充満度d_{I₀}、d_{P₀}及びd_{B₀}を算出しているので、GOP毎に第1のパラメータrが変化しても各GOP間における量子化ステップの連続性を維持することができる。

【0095】 以上の構成によれば、GOP毎にGOPにおける1フレーム当たりの平均符号化データ速度curr_brを算出し、当該平均符号化データ速度curr_brを用いてGOP毎に第1のパラメータrを算出し、現在符号化対象としているGOPより時間的に1つ前のGOPにおける各画像タイプ毎の参照量子化ステップQの平均値を初期値としてGOP毎に更新される平均量子化ステップ(q_I_{PREV})_{ave}、(q_P_{PREV})_{ave}又は(q_B_{PREV})_{ave}と、現在符号化対象としているGOPについて算出した第1のパラメータrとに基づいて、各画像タイプ毎の各フレームにおける各マクロブロックについての参照量子化ステップQを算出する際に用いる仮想的なバッファの充満度d_{I₀}、d_{P₀}及びd_{B₀}を第3のパラメータとして算出し、当該仮想的なバッファの充満度d_{I₀}、d_{P₀}及びd_{B₀}に、現在符号化対象としているマクロブロックjの1つ前のマクロブロックまでに実際に発生した発生符号量の合計と、現在符号化対象としているマクロブロックjの1つ前のマクロブロックまでの想定割当て符号量の合計との差分を反映させたものを、各画像タイプ毎に第2のパラメータとしての仮想的なバ

ツファの充満度 d_{Ij} 、 d_{Pj} 及び d_{Bj} として算出し、当該仮想的なツファの充満度 d_{Ij} 、 d_{Pj} 又は d_{Bj} と、現在符号化対象としている GOP について算出した第1のパラメータ r とに基づいて、各画像タイプ毎に各マクロブロックについての参照量子化ステップ Q を算出し、当該各参照量子化ステップ Q について画像の複雑さや動きの激しさを考慮した量子化ステップ $MQUANT$ を算出したことにより、第1のパラメータ r を各 GOP における平均符号化データ速度 $curr_br$ に応じて変化させることができると共に、GOP 毎に第1のパラメータ r が変化しても各 GOP における量子化ステップの連続性を維持することができる。かくして可変レート符号化方式に対応し得る量子化制御を行うことのできる映像信号符号化方法及び映像信号符号化装置を実現し得る。また図3及び図4に示すような量子化アルゴリズムをプログラムとして記録媒体 (ROM7A) に記録することにより、可変レート符号化方式に対応し得る量子化制御を行うことのできる映像信号符号化装置を実現することができる。

【0096】(3) 第3実施例

なお上述の実施例においては、デジタル映像信号 S1 を固定の量子化ステップに基づいて符号化して発生した発生符号量に基づいて各フレーム毎の割当符号量を決定し、当該各フレーム毎の割当符号量を量子化制御部7のRAM7Cに格納した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、デジタル映像信号 S1 を固定の量子化ステップで符号化して発生した発生符号量に基づいて各 GOP 毎の割当符号量を決定し、当該各 GOP 毎の割当符号量を量子化制御部7のRAM7Cに格納しておくようにしてもよい。この場合、上述のタイムモデルにおける第1ステップにおける R (GOP に与えられた残りの割当符号量) を GOP 毎に変えて、テストモデルにおける第1ステップと同様の処理を行うことにより各フレームに対して割当符号量を割り当てた後、本発明の量子化制御アルゴリズムを適用する。

【0097】また上述の実施例においては、デジタル映像信号 S1 を固定の量子化ステップに基づいて符号化して発生した発生符号量に基づいて決定した各フレーム毎の割当符号量を予め量子化制御部7のRAM7Cに格納しておいた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、デジタル映像信号 S1 を固定の量子化ステップで符号化して発生した発生符号量に基づいて各フレーム毎の割当符号量を決定するステップを、図3及び図4に示す量子化アルゴリズムの最初の処理ステップとしてプログラムしてもよい。

【0098】さらに上述の実施例においては、GOP を第1の映像単位として平均符号化データ速度を算出した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図6に示すように、現在符号化対象としているフレームを含んでフレームを1つずつスライドさせていくようにして平

均ビットレートを算出するようにしてもよい。この場合、現在符号化対象としているフレームを含んでフレームを所定数分スライドさせていくようにしてもよい。また GOP よりも大きな映像単位、例えば 2 GOP 単位で平均ビットレートを算出したり、GOP より小さな単位で平均ビットレートを算出するようにしてもよい。この図6においては、N=6 の場合の例である。

【0099】さらに上述の実施例においては、映像信号符号化装置1において、デジタル映像信号 S1 を固定の量子化ステップで符号化した際に発生した発生符号量に基づいて各フレーム毎の割当符号量を決定し、当該各フレーム毎の割当符号量を量子化制御部7のRAM7Cに格納した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、別の映像信号符号化装置を用いて各フレーム毎の割当符号量を算出し、当該各フレーム毎の割当符号量を量子化制御部7に送出して RAM7C に格納せることとしてもよい。

【0100】さらに上述の実施例においては、平均量子化ステップ $(q_{I\text{PREV}})_{ave}$ 、 $(q_{P\text{PREV}})_{ave}$ 及び $(q_{B\text{PREV}})_{ave}$ を GOP 毎に算出した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばフレーム単位毎に平均量子化ステップ $(q_{I\text{PREV}})_{ave}$ 、 $(q_{P\text{PREV}})_{ave}$ 及び $(q_{B\text{PREV}})_{ave}$ を算出するようにしてもよい。この場合、現在符号化対象としている GOP 中における全てのフレームの全てのマクロブロックについての量子化ステップ $MQUANT$ の算出が終了した後、各フレーム毎に求まっている平均量子化ステップに基づいて、各画像タイプ毎の平均量子化ステップ $(q_{I\text{PREV}})_{ave}$ 、 $(q_{P\text{PREV}})_{ave}$ 及び $(q_{B\text{PREV}})_{ave}$ を算出し、ステップ S P 6 における平均量子化ステップ $(q_{I\text{PREV}})_{ave}$ 、 $(q_{P\text{PREV}})_{ave}$ 及び $(q_{B\text{PREV}})_{ave}$ を GOP 毎に更新する。

【0101】さらに上述の実施例においては、図3及び図4に示した量子化制御アルゴリズムをプログラムとして有する ROM7A を用いて可変レート符号化方式に対応し得る量子化制御を行うようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図3及び図4に示した量子化制御アルゴリズムをハードウェアで実現するようにしてもよい。

【0102】

【発明の効果】 上述のように本発明によれば、第1の映像単位又は第2の映像単位毎の割当符号量に基づいて、第1の映像単位における第2の映像単位当たりの平均符号化データ速度を算出し、単位時間当たりに伝送されてくる第2の映像単位に応じた画像のデータ量に対する平均符号化データ速度の割合で表される第1のパラメータを第1の映像単位毎に算出し、符号化対象としている第2の映像単位に対する割当符号量と、実際に符号化して発生した発生符号量との差分を第3の映像単位毎に算出し、当該第3の映像単位毎の差分を、符号化対

象としている第3の映像単位についての第1の量子化ステップを算出する際に反映させるための第2のパラメータを算出し、第1のパラメータ及び第2のパラメータに基づいて符号化対象としている第3の映像単位についての第1の量子化ステップを算出することにより、第1のパラメータを各第1の映像単位における平均符号化データ速度に応じて変化させることができる。かくして可変レート符号化方式に対応し得る量子化制御を行うことのできる映像信号符号化方法、映像信号符号化装置及び記録媒体を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した映像信号符号化装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】量子化制御部の構成を示すブロック図である。

【図3】量子化制御部における量子化アルゴリズム(1)の説明に供するフローチャートである。

【図4】量子化制御部における量子化アルゴリズム(2)の説明に供するフローチャートである。

【図5】平均ビットレートの算出処理の処理手順の説明に供するフローチャートである。

【図6】他の実施例による平均ビットレートの算出方法の説明に供する略線図である。

【符号の説明】

1 ……映像信号符号化装置、2 ……画像符号化タイプ指定回路、3 ……画像符号化順序並替え回路、4 ……スキヤンコンバータ、5 ……予測モード決定回路、6 ……動きベクトル検出回路、7 ……量子化制御回路、7 A ……ROM、7 B ……CPU、7 C ……RAM、8 ……演算回路、9 ……DCT回路、10 ……量子化回路、11 ……可変長符号化回路、12 ……逆量子化回路、13 ……バッファ、14 ……IDCT回路、15 ……演算器、16 ……フレームメモリ、17 ……動き補償回路。

【図1】

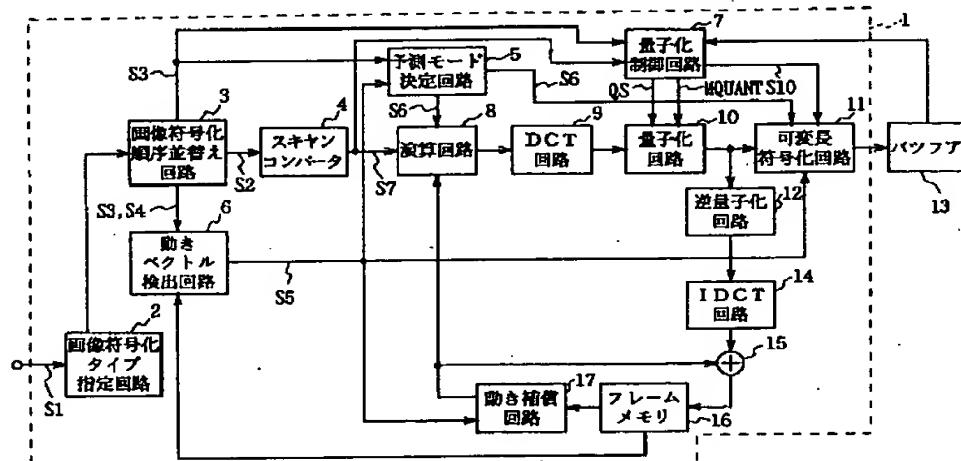


図1 映像信号符号化装置の構成

【図2】

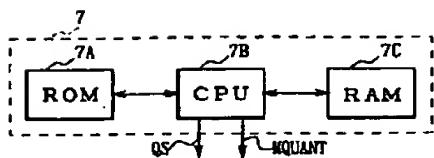


図2 量子化制御部の構成

【図3】

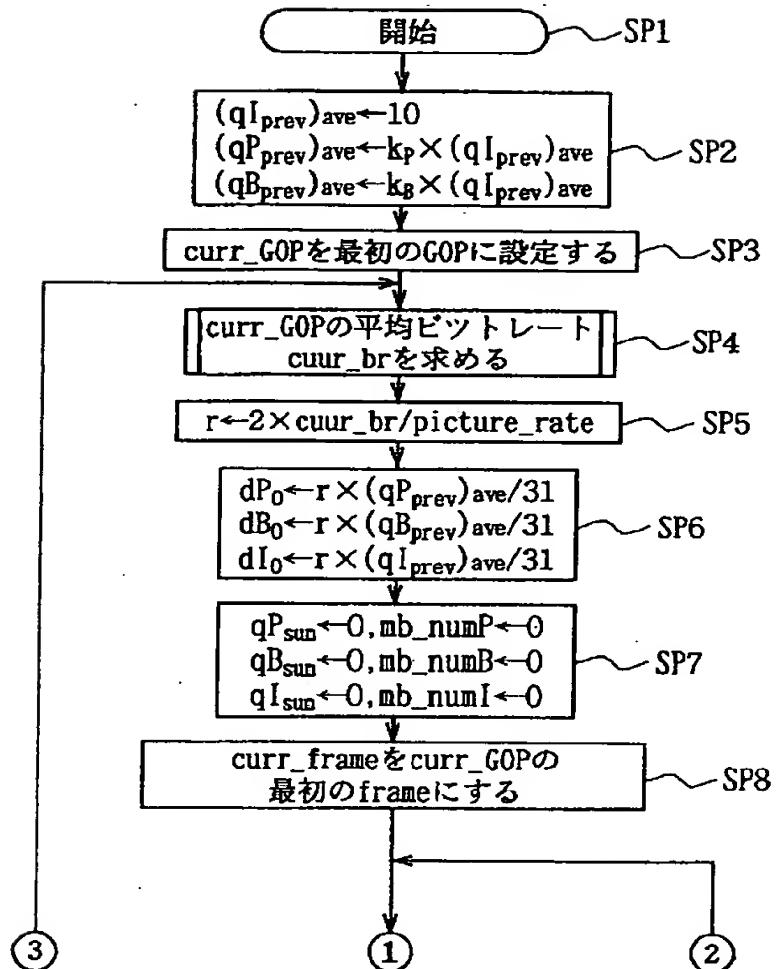


図3 量子化制御アルゴリズム(1)

【図4】

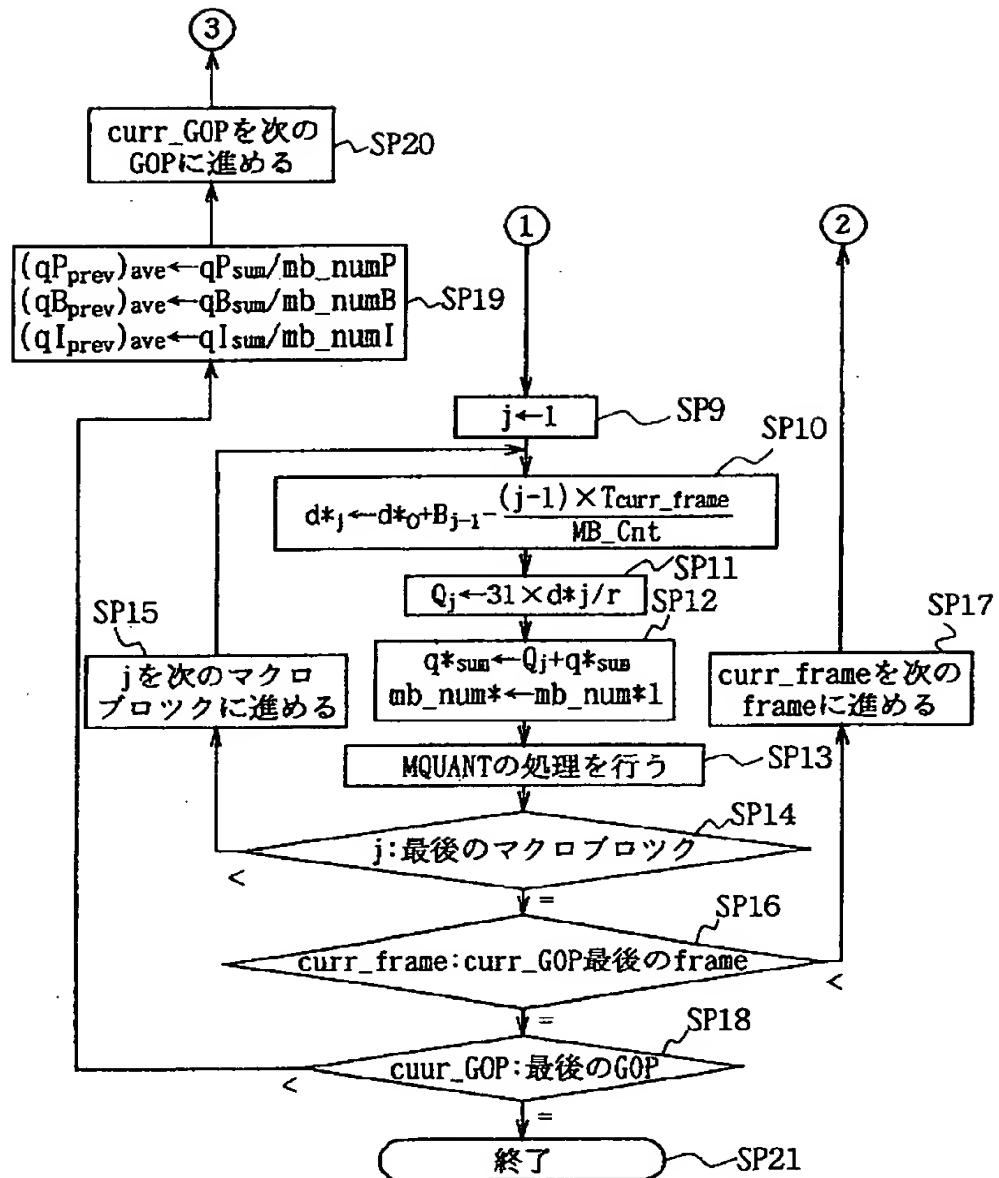


図4 量子化制御アルゴリズム(2)

【図5】

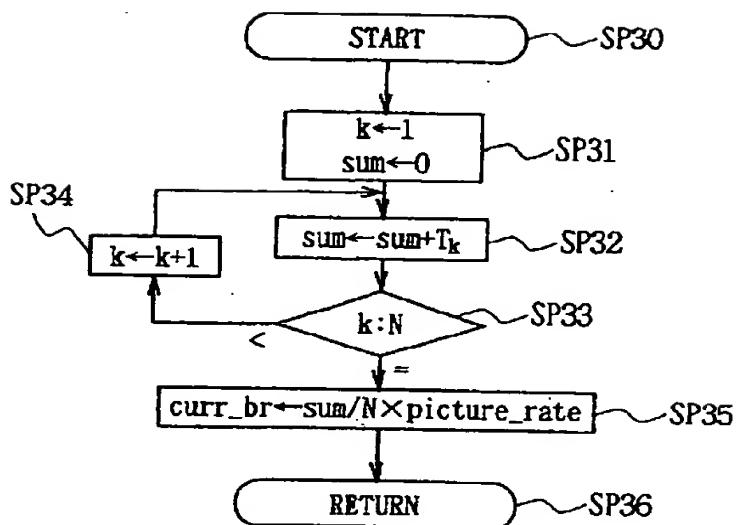


図5 平均ビットレートの算出処理の処理手順

【図6】

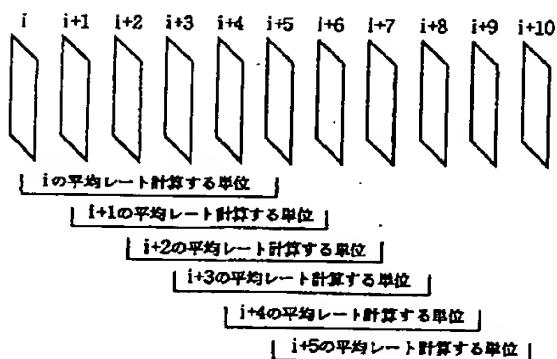


図6 他の実施例による平均ビットレートの算出方法

【手続補正書】

【提出日】平成9年2月24日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正内容】

【0061】演算回路8はスキヤンコンバータ4から送出される参照画像のマクロブロックのデータから、動き補償回路17から送出された当該マクロブロックに対応

する予測参照画像の画像データを減算して予測残差としての差分データを得、この差分データをDCT回路9に送出する。この差分データはDCT回路9、量子化回路10、可変長符号化回路11及びバッファ13を介して量子化制御回路7に送出されると共に外部に送出される。またこの差分データは逆量子化回路12及びIDCT回路14によって局所的に復号されて演算器15に送出される。演算器15はIDCT回路14から送出される差分データに、動き補償回路17から送出される予測

参照画像の画像データを加算する。これにより局所的に復号したBピクチャの画像データから得られる。ここでBピクチャは他の画像の予測画像として使用されないのでフレームメモリ16には格納されない。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正内容】

【0067】量子化制御部7における量子化制御アルゴ

リズムについて図3、図4及び図5に示すフローチャートを用いて説明する。ここでこの映像信号符号化装置1は、符号化方法として可変レート符号化方式を採用しており、量子化制御アルゴリズムを開始する前に、まずデジタル映像信号S1を固定の量子化ステップで符号化した際に発生した発生符号量に基づいて各フレーム毎の割当符号量 T_j ($j = 1, \dots, N$)を決定し、当該各フレーム毎の割当符号量 T_j を量子化制御部7のRAM7Cに格納しているものとする。

THIS PAGE BLANK (USPTO)